

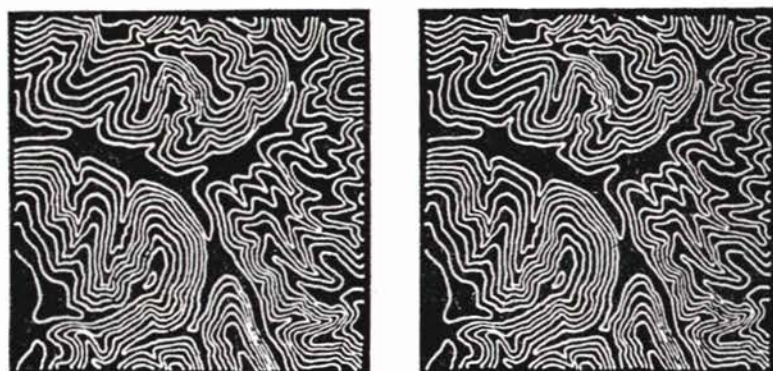
## DIGITALNO STERESKOPIZIRANJE SLOJNOG PLANA

Franjo BRAUM — Zagreb\*

*SAŽETAK.* Prikazano je prevođenje slojnog (izohipsnog) plana u stereoskopski prikaz. Analogno rješenje dano je još u (BuL 1961, No 1), i ono predstavlja inverziju stereoizmjere na stereoinstrumentu Multiplex. Danas to možemo postići bez dotičnog analognog uređaja koristeći se postojećim modernim digitalnim uređajem — digitalizatorom, kompjutorom i ploterom. U matematskom modelu dan je prijevod ortogonalne projekcije slojnog plana u centralnu projekciju stereocrteža imajući u vidu i uvjete stereoskopije i mogućnosti predviđenih stereoskopa. Primjena samog crteža, bez ostalog sadržaja karte, predviđa se prvenstveno u proučavanju geomorfologije.

## 1. UVOD

Fotogrametrijskim stereoskopskim snimanjem dolazimo i do stereoparova u fotografskom obliku, koje možemo promatrati pod stereoskopom. Time cjelokupno stereoskopski snimljeno područje zapažamo trodimenzionalno, što ima poznatu prednost pred dvodimenzionalnim promatranjem jedne fotografije (sl. 1 i 5).



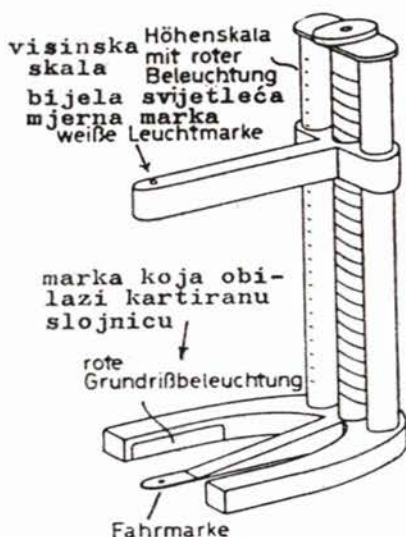
Sl. 1. Stereocrtež slojnog plana

\* Prof. dr. Franjo Braun, Geodetski fakultet, Zagreb, Kačićeva 26.

U fotogrametriji se stereoskopsko snimanje iskorištava za izmjeru prostorno razvedenih područja, npr. za izmjeru slojnog (izohipsnog) plana brdovitog zemljišta. Da bi se kod konvencionalnog slojnog plana isključila dvoznačnost oblika (npr. uvala ili greben, usjek ili nasip, v. sl. 5, jedanput samo jednu polusliku, drugi puta stereoskopski), naznačena je apsolutna visina glavnih slojnica i naznačene su kote, iz čega nedvoumno proizlazi da li se teren uspinje ili se spušta. Kod stereoskopskog prikaza slojnog plana to je izlišno, i njegovim se stereoskopskim promatranjem dobiva morfološki ispravan, cjelovit, intenzivan i upadljiv prikaz, jednoznačan bez ikakvih daljnjih informacija.

## 2. ANALOGNI POSTUPAK

Iz slojnog plana može se izvesti stereoskopski prikaz (sl. 1), bez obzira da li je plan dobiven stereofotogrametrijski i da li su još uvijek raspoložive dotične stereofotografije, ili je pak dobiven ostalim geodetskim metodama (uglavnom tahimetrijski). Analogan postupak (= A-postupak) za to objelodanjen je još u (Albertz, Schultz 1961), pa ćemo ga ukratko skicirati. On predstavlja inverziju stereoizmjere na stereoinstrumentu Multiplexu. Na Multiplexu se orijentirani stereopar iz oba projektora optički projicira, čime se stvara realan optički model (v. sl. 32.27 u Braun 1976.). Taj se hvata na ekranu stolića sa svjetlećom mjernom markom i ortogonalno projicira pomoću centrično smještene crtaljke na plan (kartu). Pri dobivanju pak stereocртеža obilazi se (abtasten) slojnica na postojećem planu pomoću obilazeće marke (Fahrmarke, sl. 2), a centrično i visinski ispravno smještena odnosno namje-



Sl. 2. Obilazeći uređaj za projiciranje točaka slojnice u stereokameru na fotosloj stereopara (Albertz, Schultz 1961.)

štena svjetleća mjerna marka (Leuchtmarke) projicira se u obje kamere na fotosloj budućeg stereoprikaza slojnog plana. Da se fotosloj ne bi nepoželjno

osvijetljavao radnom rasvjetom, upotrebljava se crvena rasvjeta, jedino je svijetleća mjerna marka bijelog svjetla, a fotosloj je ortokromatske senzibilizacije (još bi bolja bila žuta rasvjeta i nesenzibilizirani fotosloj). Kamere su namještene u položaj za »normalan vertikalni stereopar« (v. Braun 1969. str. 35), pa se ovakvim simuliranjem procesa stereo-aerofotogrametrije automatski dobiva ispravan stereoskopski prikaz morfologije terena. Ispravan iz razloga jer je slojni plan mogao nastati upravo ovakvom geometrijom stereoskopskog aerofotogrametrije. Zapravo ortogonalna projekcija slojnog plana uz pripadajući visinski postav svijetleće mjerne marke definira nedeformiran model iskartinog zemljišta u mjerilu  $M_k$  upotrijebljenog plana odn. karte (sl. 3), čije slojnice svijetleća mjerna marka kontinuirano sukcesivno rekonstruira kada obilazeća marka (sl. 2) prati njenu ortogonalnu projekciju na planu. Zaista svijetleća mjerna marka u svom toku isprojicira pri ispravnoj geometriji slojnicu modela na vertikalni normalni stereopar.

### 3. DIGITALNI POSTUPAK

Danas to možemo postići digitalno (D-postupak), što ima prednost da ne trebamo neki poseban uređaj za obilaženje slojnice i nošenje mjerne marke, ni dvije identične kamere (ili posebnu stereokameru), a otpada i fotoobrada i montaža snimki. Dovoljan je postojeći moderan digitalni uređaj — digitalizator s obilazećim mjernim križićem (kursor), kompjutor i ploter.

Pri D-postupku slojnice se ne obilazi pomoću obilazeće marke (Fahrmarke, sl. 2), već na isti način obilazećim križićem (kursorom). To se obilaženje pri A-postupku registrira fotografski pomoću eksponiranja fotosloja, a pri D-postupku slojnice se prigodom obilaženja sinkrono digitalizira i memorira.

Slojni plan predstavlja ortogonalnu projekciju s konstantnim mjerilom  $M_k$ , dok je stereocrtična centralna projekcija, u kojoj mjerilo slojnice homogeno raste s porastom apsolutne visine. Da bismo numerički preveli slojnice iz ortogonalne u centralnu projekciju, potrebno je također simulirati izvršeno ili zamišljeno stereo-aerofotogrametrije. To se pri A-postupku postiže samim visinskim postavom svijetleće mjerne marke, a pri D-postupku se ovo simuliranje ne izvodi fizikalno već samo misaono. Stoga je potrebna naknadna numerička varijacija mjerila za pojedine obilazene slojnice (7). U tu svrhu možemo zamisliti stereo-aerofotogrametriju pod onakvim okolnostima pod kakvima se ono faktički inače vrši. Da bismo dobili ugodniji, naravniji stereoefekt, nećemo zamisliti širokokutne već normalnokutne snimke. Time je određen odnos (5) i intenzitet stereoefekta.

Pri A-postupku centralna projekcija već je postignuta samim instrumentalnim uređajem i njegovim postavom, a pri D-postupku moramo odrediti multiplikacijski faktor posebno za svaku slojnicu.

U izvodu upotrijebit ćemo ove indekse:

d = digitalizirano; k = veličine na karti; m = na modelu; o = osnovna (najniža) slojnica; st = stereoskop(ski), na stereosnimci; l = lijevo (left, links); r = desno (right, rechts),

a pridružene veličine na fiktivnoj snimci bit će označene sa '.

Najprije treba na karti odabrati područje, najčešće oblika pravokutnika, koje želimo stereoskopski prikazati. Smjer uže stranice odaberemo za smjer



prema (Selle 1953.) biti manja od 70', pa možemo približno uzeti da je konvergencija jednaka nuli ( $\sim$  paralelni pogledi su i uvjet za komotno, ležerno, dugotrajno stereoskopsko promatranje). Maksimum od 70' pogotovo neće biti ostvaren za stereoprikaz slojnica jer su tu relativne dubinske razlike manje negoli kod terestričkih snimki, gdje mogu nastupiti prednjina i pozadina. S obzirom na simetrično vidno polje okulara uvriježio se za upotrebu normalnog stereoskopa standardni format stereoskopske poluslike od (v. sl. 1 i 5):

$$x'y' = 48 \times 48 \text{ mm.} \quad (2)$$

Ovo ograničenje nije obavezno za ordinatnu dimenziju. Ona može biti i veća, ali ćemo onda pri ukupnom svladavanju stereopolja morati ordinatno pomicati stereoskop. Apscinskim pomicanjem stereoskopa ne možemo puno profitirati jer moramo izbjeći preklapanje poluslika, pa maksimalna  $x'$ -dimenzija  $x'_{\max}$  ne može biti veća od baze promatranja stereoskopa. Vidljeli smo da vidno polje okulara stereoskopa još nešto više ograničuje dimenziju  $x'_{\max}$  negoli mjesne mogućnosti, pa bez pomicanja stereoskopa imamo:

$$\begin{aligned} \text{za normalni stereoskop:} & < 48 \text{ mm} \\ \text{za stereoskop s proširenom bazom*} & x'_{\max} < 150 \text{ mm.} \end{aligned} \quad (3)$$

Pošto, poštujući uvjet (3), odaberemo i veličinu  $d'_{x0} < x'_{\max}$ , prelazimo na određivanje multiplikacijskog faktora za proizvoljnu slojnicu. Simulirajući da je slojni plan nastao stereo-aerosnimanjem i pripadnom izmjerom, možemo jednadžbu (1) shvatiti kao (sl. 3):

$$k_0 = \frac{d'_{x0}}{d_{xk0}} = \frac{f}{h_{g0} \cdot M_k}, \quad (4)$$

gdje je  $f$  žarišna daljina pretpostavljene kamere, a  $h_{g0}$  relativna visina leta iznad osnovne razine.

U toj jednadžbi imamo 2 nepoznanice, kojih je omjer poznat, pa jednu možemo svojevrijedno odabrati. Pretpostavivši normalnokutne snimke, imamo da je (sl. 3)

$$h_{g0} M_k = 3b_k \text{ odn. } h_{g0} = 3b_k : M_k, \quad (5)$$

a  $b_k$  odaberemo da bude nešto manji od  $d_{xk0}$ . Time je prema (4) određen  $f$ :

$$f = k_0 h_{g0} M_k = 3k_0 b_k. \quad (6)$$

Analogno formuli (4), koja važi za razinu najniže slojnice stereoprikaza, imat ćemo za slojnice koje su za  $\Delta h_g$  više ovaj odnos:

$$k = \frac{f}{h_g \cdot M_k} = \frac{k_0 h_{g0} M_k}{(h_{g0} - \Delta h_{g0}) M_k} = \frac{k_0}{1 - \frac{\Delta h_{g0}}{h_{g0}}}. \quad (7)$$

$M_k$  igra pritom ulogu mjerila modela  $M_m$ . Multiplikacijski faktor  $k$  je varijabilan s obzirom na visinsku razliku  $\Delta h_{g0}$ . Svaku slojnicu treba povećati  $k$ -puta

\*  $f = s_1 + s_2 + s_3 = 26 + 99 + 180 = 305$  mm;  $x'_{\max} = 150$  mm; vidno polje jednog okulara:  $2 \arctg \left( \frac{150}{2} : 305 \right) = 38'$ .

(zapravo smanjiti ako je  $k < 1$ ), a pol povećanja (umanjenja) je glavna točka = nadir (s obzirom na to da pretpostavljamo normalan vertikalni stereopar) za lijevu odnosno desnu polusliku stereoprikaza. Za istu slojnicu ostaje za lijevu i desnu polusliku isti faktor  $k$ , ali se mijenja pol povećanja (umanjenja), koji se nalazi u vertikali kroz dotični nadir.

Razmak nadira na karti jednak je (sl. 3):

$$(N_{lk}N_{rk})_{[m]} = b_k \quad (8)$$

$b_k$  smjesti se u slojnom planu na pravac od  $d_{xk0}$ , tako da nadiri  $N_{lk}$  i  $N_{rk}$  dođu simetrično s obzirom na krajeve dužine  $d_{xk0}$  (sl. 3). Tako određene položaje  $N_{lk}$  i  $N_{rk}$  treba prigodom obilaženja slojnicu također uvizirati i digitalizirati na digitalizatoru.

Koordinate dobivene digitalizacijom slojnicu treba iz koordinatnog sistema digitalizatora prevesti u koordinatni sistem modela. Digitalizirane veličine imaju isto mjerilo kao i karta i model:

$$M_d = M_k = M_m \quad (9)$$

Međutim osi odabranog modelnog koordinatnog sistema  $X_m Y_m$  nisu općenito paralelne s osima koordinatnog sistema digitalizatora, već postoji zakretaj (u našem ispitivanju  $\varepsilon \approx 90^\circ$ ):

$$\varepsilon \neq 0 \quad (10)$$

Kao što je rečeno, za kasnije stereoskopsko promatranje potrebno je digitalizirane koordinate slojnice transformirati posebno za lijevi nadir kao pol, a posebno za desni nadir kao pol. Pritom će biti jednaki zakretaj i ordinatna adicijska konstanta za sve slojnice i obje strane, te multiplikacijska konstanta za istu slojnicu

$$\varepsilon_l = \varepsilon_r \wedge c_{yl} = c_{yr} \wedge k_{li} = k_{ri} \quad (11)$$

ali će se apscisna adicijska konstanta razlikovati za lijevu i desnu stranu

$$c_{xl} = c_{xr} - b_k \quad (12)$$

što će ostati jednako za sve slojnice.

Transformacijske elemente, koji ostaju konstantni za sve slojnice, odredit ćemo iz dviju orijentacijskih točaka  $N_l = 100$  i  $N_r = 101$ , koje imaju koordinate:

$$\begin{aligned} \text{za lijevu polusliku: } x_{mN_l} = y_{mN_l} = 0; \quad x_{dN_l} = x_{d100} \text{ i } y_{dN_l} = y_{d100} \\ \text{za desnu polusliku: } x_{mN_r} = y_{mN_r} = 0; \quad x_{dN_r} = x_{d101} \text{ i } y_{dN_r} = y_{d101}. \end{aligned} \quad (13)$$

Određivanje ćemo izvršiti u osnovnoj (najnižoj) ravnini, pri čemu je multiplikacijska konstanta  $V=1$ . S obzirom na pridruženost (13) imamo ove odnose u Helmertovoj transformaciji:

lijeva osnovna poluslika:

$$x_{mN_l} = y_{d100} \sin \varepsilon_l + x_{d100} \cos \varepsilon_l + c_{xl} + 0 = 0 \quad (14)$$

$$y_{mN_l} = -x_{d100} \sin \varepsilon_l + y_{d100} \cos \varepsilon_l + 0 + c_{yl} = 0 \quad (15)$$

$$x_{mN_r} = y_{d101} \sin \varepsilon_l + x_{d101} \cos \varepsilon_l + c_{xl} + 0 = b_k \quad (16)$$

$$y_{mrNr} = -x_{d101} \sin \varepsilon_l + y_{d101} \cos \varepsilon_l + 0 + c_{yl} = 0 \quad (17)$$

(15) — (17):

$$-(x_{d100} - x_{d101}) \sin \varepsilon_l + (y_{d100} - y_{d101}) \cos \varepsilon_l = 0$$

$$\operatorname{ctg} \varepsilon_l = \frac{x_{d100} - x_{d101}}{y_{d100} - y_{d101}} \quad (18)$$

(18) u (14) odn. (16):

$$c_{xl} = \frac{1}{2}(-y_{d100} \sin \varepsilon_l - x_{d100} \cos \varepsilon_l - y_{d101} \sin \varepsilon_l - x_{d101} \cos \varepsilon_l + b_x) \quad (19)$$

(18) u (15) odn. (17):

$$c_{yl} = \frac{1}{2}(x_{d100} \sin \varepsilon_l - y_{d100} \cos \varepsilon_l + x_{d101} \sin \varepsilon_l - y_{d101} \cos \varepsilon_l) \quad (20)$$

desna osnovna poluslika:

$$y_{d100} \sin \varepsilon_r + x_{d100} \varepsilon_r + c_{xr} + 0 = -b_k \quad (21)$$

$$-x_{d100} \sin \varepsilon_r + y_{d100} \cos \varepsilon_r + 0 + c_{yr} = 0 \quad (22)$$

$$y_{d101} \sin \varepsilon_r + x_{d101} \cos \varepsilon_r + c_{xr} + 0 = 0 \quad (23)$$

$$-x_{d101} \sin \varepsilon_r + y_{d101} \cos \varepsilon_r + 0 + c_{yr} = 0 \quad (24)$$

(22)—(24):

$$-(x_{d100} - x_{d101}) \sin \varepsilon_r + (y_{d100} - y_{d101}) \cos \varepsilon_r = 0$$

$$\operatorname{ctg} \varepsilon_r = \frac{x_{d100} - x_{d101}}{y_{d100} - y_{d101}} = \operatorname{ctg} \varepsilon_l = \operatorname{ctg} \varepsilon \quad (25)$$

(25) u (23) odn. (21):

$$c_{xr} = \frac{1}{2}(-y_{d101} \sin \varepsilon - x_{d101} \cos \varepsilon - y_{d100} \sin \varepsilon - x_{d100} \cos \varepsilon - b_k) =$$

$$= c_{xl} - b_x \quad (26)$$

(25) u (22) odn. (24):

$$c_{yr} = \frac{1}{2}(x_{d100} \sin \varepsilon - y_{d100} \cos \varepsilon + x_{d101} \sin \varepsilon - y_{d101} \cos \varepsilon) = c_{yl} \quad (27)$$

Sisteme od 4 jednačbi (14–17) odn. (21–24) s 3 nepoznanice ( $\varepsilon$ ,  $c_x$ ,  $c_y$ ) može se dakako i izjednačiti, što nije potrebno ovdje prikazati.

Koristeći se konstantama  $\varepsilon$  (18 i 25)  $c_x$  (19 i 26) i  $c_y$  (20 i 27) možemo sada izvršiti detaljnu transformaciju digitalnih koordinata  $x_d$ ,  $y_d$  u slikovne koordinate  $x'_{sd}$ ,  $y'_{sd}$  za koje je koordinatni sistem identičan s koordinatnim sistemom modela s obzirom na pretpostavljen vertikalni normalni stereopar. Transformaciju treba provesti posebno za lijevu i posebno za desnu polusliku, kao i posebno za svaku iskartiranu i digitaliziranu slojnicu:

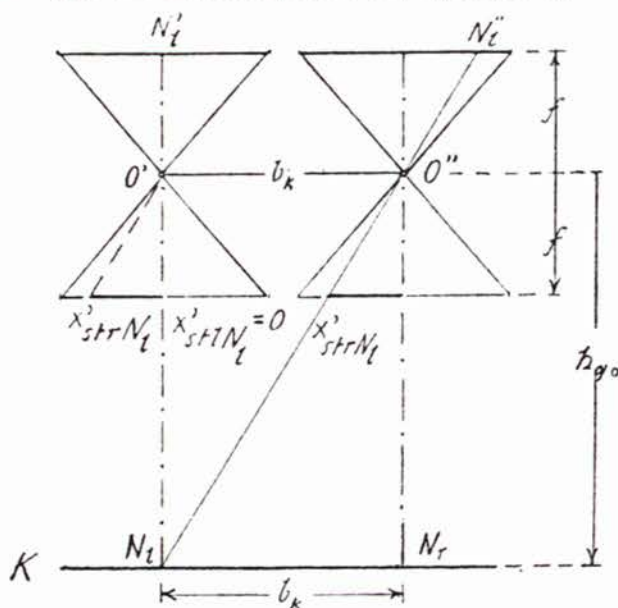
lijeva poluslika:

$$\begin{aligned} x'_{stl} &= [(y_{di} - y_{d100}) \sin \varepsilon + (x_{di} - x_{d100}) \cos \varepsilon] k \\ y'_{stl} &= [(y_{di} - y_{d100}) \cos \varepsilon - (x_{di} - x_{d100}) \sin \varepsilon] k \end{aligned} \quad (28)$$

desna poluslika:

$$\begin{aligned} \Delta x' + x'_{str} &= [(y_{di} - y_{d101}) \sin \varepsilon + (x_{di} - x_{d101}) \cos \varepsilon] k + \Delta x' \\ y'_{str} &= [(y_{di} - y_{d101}) \cos \varepsilon + (x_{di} - x_{d101}) \sin \varepsilon] k. \end{aligned} \quad (29)$$

k se odredi prema (7), za svaku slojnicu posebno. Pomak  $\Delta x'$ , koji treba dodati apscisi desnog polucrteža, sastoji se iz dva dijela (sl. 4):



Sl. 4. Razlika apscisa ( $x'_{str, N_i}$ ) pridruženih točaka ( $N_i$ ) između lijeve i desne poluslike.

- razlike  $\Delta x'_{st(l-r)N}$  apscisa nadira, lijevog ili desnog, za lijevi i desni polucrtež i
- baze predviđenog stereoskopa:

$$\Delta x' = x'_{stlN} - x'_{strN} + b_{st}. \quad (30)$$

To ukupno bit će  $x'$ -razmak pridruženih parova točaka lijeve i desne poluslike za osnovnu (često najnižu) slojnicu, a za više slojnice rezultat će zbog  $k > k_0$  manji razmak. Razlika  $\Delta x'_{st(l-r)N}$  bit će prema sl. 4 jednaka:

$$\Delta x'_{st(l-r)N} = b_k \frac{f}{h_{g0} \cdot M_k}. \quad (31)$$

Ordinatne vrijednosti bit će  $y'_{stl} = y'_{str}$ . Drugi dio u (30) je zbog lakšeg dobivanja stereoeffekta nešto manji od baze stereoskopa, koja iznosi:



za normalan (džepni) stereoskop:

za stereoskop s proširenom bazom (Klappspiegel):

$$b_{st} = \begin{matrix} 65 \text{ mm} \\ 260 \text{ mm} \end{matrix}$$

Sve što važi za promatranje kroz normalni stereoskop važi i za stereoskopsko promatranje bez stereoskopa. Potonji efekt je i ugodniji. Bez povećanja stereoskopa linije su finije i struktura papira ne dolazi do izražaja. Kako naučiti stereoskopski promatrati bez stereoskopa, vidi u poglavlju 6.3.1.1. Braun 1969.

#### 4. PRIMJENA

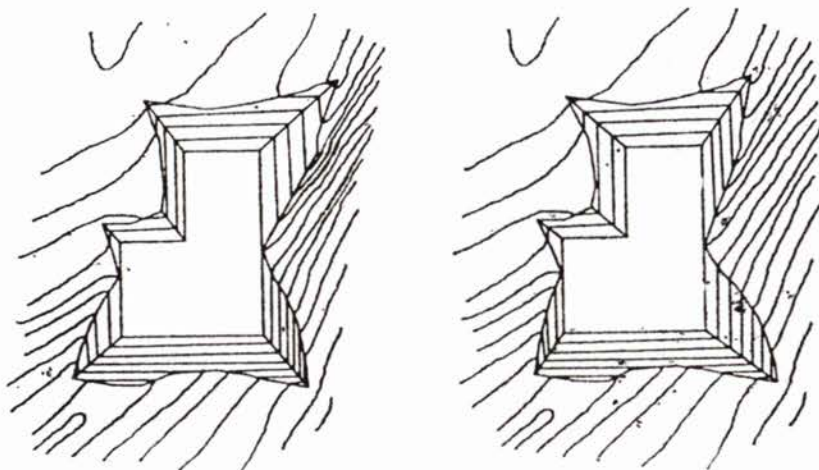
Prijevod ortogonalnog slojnog (izohipsnog) plana u stereoskopski prikaz imat će valjda najkorisniju primjenu u studiju i proučavanju geomorfologije. Takav prikaz lišen je svega onoga što u tu svrhu predstavlja balast, kao što je »situacija« (Gerippe), nazivi, topografski znaci, pa preostaju samo zemljišni oblici prikazani intenzivno upravo kao takvi.

Po savjetu prof. Bahuna bilo bi poželjno nadopuniti takav prikaz već određenim »geološkim granicama«. Time bi prostorno bio povezan sadržaj unutrašnjosti s oblicima površine Zemlje, što bi olakšavalo zaključivanje o međusobnoj funkcionalnosti. Uključivanje geoloških granica je, međutim, kompliciranije jer one ne posjeduju svojstvo slojnica da im je apsolutna visina za svaku pojedinu konstantna. Time otpada kontinuirano obilaženje tih linija, već se one moraju aproksimirati ograničenim brojem točaka. Ovo aproksimiranje ne predstavlja nikakav gubitak točnosti s obzirom na općenito slabu (neoštru) definiranost geološke granice. Za izračunate položaje točaka geološke granice na stereoparu ploter bi dobio nalog da ih poveže po naznačenom redoslijedu u poligonalnu liniju. Taj skup treba svakako sadržavati sve točke u kojima geološka granica siječe slojnicu, pa je za njih već i poznat i upotrijebljen multiplikacijski faktor (7), zatim visinski ekstremi (maksimumi i minimumi) geoloških granica, te ev. točke diskontinuiteta. Geološke granice se ne poklapaju sa slojnicama, ali ih često »oponašaju« i zatvaraju s njima malene kutove. Stoga je uputno prikazati njihov tok pomoću točaka u kojima one sijeku ne samo slojnice iscrtane na karti već i one neiscrtane slojnice koje bi se interpolirane nalazile na određenom visinskom dijelu (polovini, trećini, četvrtini) ekvidistancije slojnica  $\Delta h_e$ . Na kojem upravo dijelu, to ovisi o gustoći slojnica na dotičnom dijelu karte. Sve navedene točke bi se na karti posebno označile, posebno uvizirale obilazećim mjernim križićem (kursorom) i digitalizirale. Potrebno je za visinske ekstreme i točke diskontinuiteta očitati interpolirane visine, dok točke na iscrtanim i neiscrtanim slojnicama imaju poznatu visinu dotične slojnice. Sve te točke treba transformirati po Helmertu na način kao što je opisano za digitalizirane točke iscrtanih slojnica, pri čemu se zajedno transformiraju one točke koje imaju jednaku apsolutnu visinu. Na isti način one bi se i kartirale, no u nekoj različitoj manira ili boji, da bi se te linije lakše razlikovale od slojnica. Geološke granice razlikovat će se pri stereopromatranju i po tome što one općenito ne teku horizontalno.

Objedinjeni stereocртеži, izrađeni u različitoj maniri ili boji, za stanje na istom području npr. prije i poslije potresa mogli bi dobro poslužiti za prikaz tektonske dinamike. Promjene u konfiguraciji došle bi na najbolji

način do izražaja, i morfološke posljedice takvog potresa bile bi neposredno predočene. Takvi periodički prikazi ne bi međutim zbog premale točnosti mogli poslužiti za neka prognoziranja budućih potresa.

Zbog bogatijeg sadržaja u gore navedenim primjenama u obzir dolazi samo stereoskop s proširenom bazom, koji omogućuje krupnije mjerilo stereocrteža.



Sl. 5. Plató uklopljen u padinu terena.

Ima dakako i drugih primjena. Tako je na sl. 5 stereoskopski prikazan projektirani ili ugrađeni plato integriran u padinu terena. To prouzrokuje terenske diskontinuitete, pa za prikaz rubova platoa s terenom, koji rub ne slijedi slojnicu, moramo osim točaka na iscrtanim slojnicama iskoristiti i točke na neiscrtanim interpoliranim slojnicama.

Usporedbom dvodimenzionalnog promatranja samo jedne poluslike (prekrivši drugu polusliku) i trodimenzionalnog promatranja čitavog stereocrteža očito dolazi do izražaja prednost neposredne jednoznačnosti i ispravnosti u prosudbi oblika pri stereoskopskom promatranju nasuprot dvoznačnosti pri promatranju samo jedne (polu)slike ako uklonimo dodatne informacije (visine slojnica i kote). U potonjem slučaju prostorni utisak ovisi o tome iz kojeg smjera promatramo sliku.

U oba prikazana slučaja (sl. 1 i sl. 5) izrada stereocrteža je relativno lagana zahvaljujući odabranoj relativnoj i apsolutnoj orijentaciji vertikalnog normalnog stereopara. Međutim u projektiranju prometnica primorani smo katkada primjenjivati, projektirati objekte koji se ne ograničuju samo na površinu buduće kompaktne konfiguracije, nego su pojedini dijelovi cjelokupnog projektiranog objekta smješteni u više nivoa, etaža, što ne bi moglo biti prikazano pri orijentaciji vertikalnog normalnog stereopara. Tada je potreban kosi, nagnuti normalni stereopar. Da bi se zadovoljio taj kompliciraniji uvjet potrebno je primijeniti analitičku fotogrametriju kao što je to navedeno u [Braum 1989, 99 i sl. 59] za stereoskopski prikaz urbanog predjela s dobrim uvidom. Program za ovakvu perspektivu s isključenjem zakritih

linija izrađen je u Institut Géographique National, Paris: TRAPU = Tracé Automatique de Perspectives Urbains. Za ovu svrhu u projektiranju prometnica poželjne su i zakrite linije, ali prikazane u drugoj maniri (npr. crtkano), pa je separacija zakritih od nezakritih linija u programu ipak potrebna. Ovaj se problem razlikuje od onog iz sl. 1 i 5 i u bitno različitom mjernom sadržaju: tu nisu (toliko) potrebne slojnice već skup točaka koji definira konfiguraciju složenog objekta.

## LITERATURA

- Albertz, J. & Schultz, G.: Zeichnen von Stereobildern durch optische Projektion, Bildmessung und Luftbildwesen Berlin, Heft 1, 1961.
- Braun, F.: Elementarna fotogrametrija, Sveučilište u Zagrebu, 1969.
- Braun, F.: Orijehtacija fotogrametrijskih snimaka II (Nutarnja i relativna ori-  
jentacija aerosnimaka), Sveučilište u Zagrebu, 1976.
- Braun, F.: Fotogrametrija u urbanizmu i prostornom planiranju, Geodetski fa-  
kultet Sveučilišta u Zagrebu, 1989.
- Selle, W.: Kleinbild-Stereoskopie, Heering Verlag, Seebuck am Chiemsee, 1953.
- Petrović Slađana: Digitalno stereoskopiziranje slojnog plana, diplomski rad, Geo-  
detski fakultet, Zagreb 1992.

## THE STEREOSCOPIC PRESENTATION OF CONTOUR LINES CARRIED OUT DIGITALLY

The transformation of the contour line map into the stereo drawing is discussed. An analogue solution is already given in BuL 1961, No 1. This solution is the inversion of the stereo measurement at the stereo apparatus Multiplex. Today we can do it without this analogue equipment by using existant up-to-date digital equipment such as digitiser, computer and digital plotting table. The mathematical model is given for the transformation of the orthogonal projection of the contour lines into the central projection, inherent to the stereo drawing, respecting the conditions of the stereoscopy and the possibilities of the stereoscopes which are provided for. The useful application of the stereo drawings is primarily expected in the study of the geomorphology. One can state the great and essential difference in the apperception of configuration by observing one times only one half image and other times the (whole) stereo image.

Primljeno: 1990-04-21